

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-82417

(43)公開日 平成5年(1993)4月2日

(51)Int.Cl. ³	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 7/20	5 0 3	7818-2H		
	5 2 1	7818-2H		
		7352-4M		
			H 0 1 L 21/ 30	3 3 1 A

審査請求 未請求 請求項の数16(全 4 頁)

(21)出願番号 特願平3-239244

(22)出願日 平成3年(1991)9月19日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 持地 広造

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 老泉 博昭

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 森山 茂夫

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

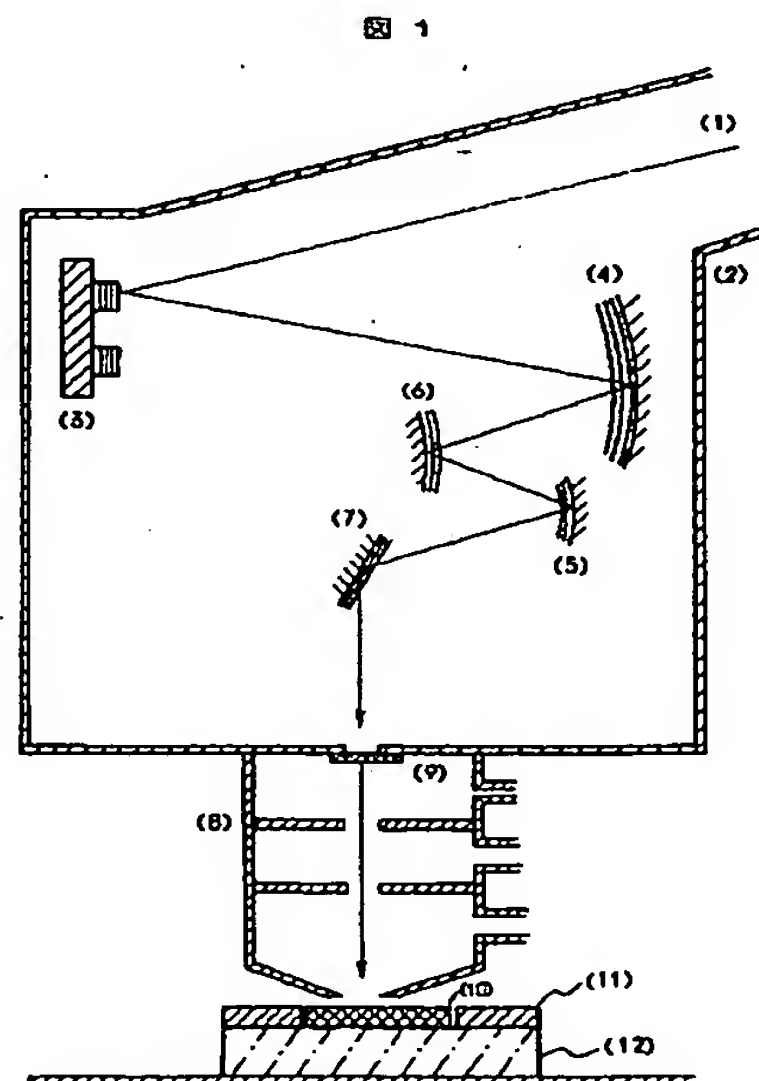
(54)【発明の名称】 縮小投影型X線リソグラフィ装置

(57)【要約】

【目的】縮小投影型X線リソグラフィにおいて、露光波長が40～150Åと、従来の等倍近接露光の場合により長い場合、装置を高真空中に保つ必要があった。これにより、ウェーハ交換の作業効率が下ること、および、レジスト分解物等による光学ミラーの汚染が問題であった。

【構成】上記課題を解決するため、本発明ではX線リソグラフィ装置の光学系室とウェーハ露光室を分離する方法を提案した。これは図1および図2に示すように、差動排気部と薄膜窓より構成される分離機構の導入により達成される。

【効果】大気圧中でのウェーハへの露光が可能となり、露光生産性の向上、露光精度の向上、および、光学素子寿命の向上が期待される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】縮小投影を利用したX線露光において、X線マスクならびにX線を結像させるための光学素子を配置する空間とウェーハ試料を配置する空間を、差動排気機構および薄膜窓により分離することを特徴とする縮小投影型X線リソグラフィ装置。

【請求項2】請求項1において、結像用光学素子を配置する空間を 1×10^{-6} Torr以下の真空にすることを特徴とする縮小投影型X線リソグラフィ装置。

【請求項3】請求項1に記載の窓用薄膜材料に有機物、無機物、あるいは金属を用いて行うことを特徴とする縮小投影型X線リソグラフィ装置。

【請求項4】請求項3に記載の薄膜の膜厚に分布を持たせることにより、結像光学系で生じるウェーハ面への露光強度分布を補正することを特徴とする縮小投影型X線リソグラフィ装置。

【請求項5】請求項1の薄膜窓にスリットを入れて、窓の面積を分割することを特徴とする縮小投影型X線リソグラフィ装置。

【請求項6】請求項3の薄膜材料として、Be, B, C (ダイヤモンド), BN, B₂C, Si, SiO₂, Si₃N₄, SiC、および、これらの複合膜を使用することを特徴とする縮小投影型X線リソグラフィ装置。

【請求項7】請求項1, 2, 3, 4, 5または6の方法により分離された試料配置用空間の圧力を 1×10^{-6} Torr以上、大気圧以下とすることを特徴とする縮小投影型X線リソグラフィ装置。

【請求項8】請求項7で規定した圧力範囲の試料配置用空間の雰囲気ヘリウムとすることを特徴とする縮小投影型X線リソグラフィ装置。

【請求項9】請求項1, 2, 3, 4, 5または6の方法により分離された試料配置用空間の真空度を差動排気により段階的に変化させることを特徴とする縮小投影型X線リソグラフィ装置。

【請求項10】請求項9の差動排気により、段階的に真空度を変化させた試料配置用空間において、試料側近傍を大気圧に、また、薄膜窓側近傍を1 Torr以下の真空にすることを特徴とする縮小投影型X線リソグラフィ装置。

【請求項11】請求項1に記載した結像用光学素子に多層膜ミラーを用い、多層膜を構成する片方の薄膜材料が特許請求項第3項の窓用薄膜材料と同一、もしくは、少なくとも1種類以上の共通な元素を含むことを特徴とする縮小投影型X線リソグラフィ装置。

【請求項12】請求項1において、X線マスクに入射するX線の波長が、特許請求項第3項の窓用薄膜材料のX線吸収端波長より、わずかに長いことを特徴とする縮小投影型X線リソグラフィ装置。

【請求項13】請求項1の差動排気において、試料上の高真空側の圧力を測定し、この値が一定値となるように

差動排気部先端と試料表面の間隙を制御することによって、試料の高さを制御する方法。

【請求項14】請求項1により光学系配置室から分離された試料配置室に反応性ガスを導入し、X線マスクを反射、あるいは透過したX線を用いて、レジスト、あるいは半導体材料を選択的にエッチングもしくはデポジションすることを特徴とする縮小投影型X線リソグラフィ装置。

【請求項15】請求項14において、反応性ガスに有機モノマーを利用し、X線照射部のレジストポリマーに放射線グラフト共重合を形成した後、非照射部のレジストを現像液で溶解させて、パターンを形成することを特徴とする縮小投影型X線リソグラフィ装置。

【請求項16】請求項1に記載した縮小投影型X線リソグラフィ装置において、露光終了後、ウェーハを交換する際に差動排気部の先端とウェーハ表面の間隙が露光時の値以上に大きくならないように、差動排気部が退避できるようにしたことを特徴とする縮小投影型X線リソグラフィ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体素子の製造方法に係り、特に、高集積度メモリーなどの微細パターンを形成するためのX線リソグラフィに関する。

【0002】

【従来の技術】X線リソグラフィは高い生産能力のもとで、将来の高集積LSIを製造しうる微細加工手段として、その開発が進められており、今迄は、専ら、LSIと同一スケールのマスクを転写する等倍方式が検討されてきた。しかし、この方法ではマスクの精度により転写性能がされるため、新たに、拡大したマスクを縮小してウェーハに焼き付ける縮小投影方式が提案されている。例えば、1991年 テクニカル ダイジェスト シリーズ ヴォリューム オブ ソフト-エックス-レイブ ロジェクション リソグラフィ 第57頁乃至第59頁 (1991 Technical Digest Series Volume of Soft-X-ray Projection Lithography, p.57-59) において論じられている。本方法では結像光学系等の制約から、X線波長は従来の等倍方式より1桁以上長い130 Åとなっている。このため、光学系ならびに、ウェーハ露光部を含めた全システムが1つの高真空室に配置されていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記の例に見られるように、縮小投影型のX線リソグラフィにおいては、装置全体が1つの真空室置かれているために、ウェーハの交換に時間がかかる、また、露光中にレジストから発生する有機物によって光学素子が汚染されるという重要な問題を抱えていた。これを解決するためには、光学系を配置する空間とウェーハを露光する空間を分離し、さら

に、ウェーハの露光を大気もしくは大気圧中で行えるようにする必要がある。ここで、電子線描画装置などで用いられている差動排気法の利用が考えられるが、X線の場合、露光領域確保のため、差動排気通路を電子線装置のように細く絞ることができない。この結果、ウェーハ配置室を大気圧にして、光学系室を 10^{-4} Torr以下の保つことは困難であった。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、差動排気装置の高真空側に露光用X線を透過しうる薄膜窓を設け、これによりウェーハ配置室と光学系室を分離するようにした。

【0005】

【作用】差動排気通路の面積を露光が可能な程度に確保(例えば、 10 cm^2)した場合、ウェーハ近傍を大気圧にして、低圧側(すなわち薄膜窓側)を 10^{-3} Torr以下に保つことは容易である。一方、薄膜窓の低真空側の圧力が 10^{-3} Torrであれば、窓の膜厚が $1\text{ }\mu\text{m}$ 程度の薄膜でも高真空側(光学系)との差圧に十分耐えられる。この結果、露光X線の強度をほとんど減衰させることなく2つの空間を分離することが可能となる。さらに、光学素子の多層膜材料に該薄膜と共通の元素を含ませることにより、該露光X線の該光学素子による反射率は著しく向上し、該空間分離膜を設けたことによる露光X線強度の減衰は大幅に軽減される。

【0006】

【実施例】(実施例1)以下、本発明の実施例1を図1を用いて説明する。シンクロトロン放射光を分光し、 4.5 nm の波長に単色化された軟X線(1)を光学系室(2)に導入し、X線マスク(3)に入射させる。X線マスクはSiC基板上にダングステン(W)とカーボン(C)をそれぞれ 2 nm 、 3 nm の厚さで交互に50層重ねた(多層膜)を形成し、次に、ドライエッチングにより、多層膜を加工してマスクパターンとした。結像光学系は2枚の非球面凹面鏡(4)(5)、1枚の非球面凸面鏡(6)、および、1枚の平面鏡(7)により構成される。すべての反射鏡表面には上記X線マスクに使用したものと同一多層膜が形成されている。光学系室(2)はダイヤモンド薄膜(厚さ $1\text{ }\mu\text{m}$)(9)で差動排気部(9)と分離される。光学系室(2)は 1×10^{-4} Torr以下の真空とした。差動排気部の外側は大気であり、差動排気部の先端とウェーハ(10)表面の間隙は $50\text{ }\mu\text{m}$ とした。差動排気部は光路方向に3段構成となっており、それぞれ 1 Torr 、 10^{-1} Torr 、 10^{-3} Torr の真空度を保っている。露光終了後、ウェーハを交換する時は差動排気部の先端が退避域(11)上にくるようにステージ(12)を移動させる。退避域の高さはウェーハと同じ高さに設定してある。上記実施例により、光学系室と露光室が完全に分離されるため、レジストの露光中の分解物などによる光学系が防止され、また、ウェーハ試料の交換が容易になり、生産性が

向上する。さらに、波長 4.5 nm X線は多層膜のカーボン膜および分離窓のダイヤモンド薄膜をよく透過するので、波長に従来よく用いられている 13.5 nm を用いた場合に比較べて、ウェーハに露光される光子密度は 10^4 倍大きい。

【0007】(実施例2)以下、本発明の実施例2を図2を用いて説明する。X線マスクおよび光学系の構造ならびに配置は実施例1の場合と同じである。但し、マスクおよび光学ミラーの多層膜にはモリブデンおよびシリコンを周期長 9.5 nm で交互に20回積層したものを使用した。また、マスクに入射する軟X線(1)の波長は 13.5 nm である。光学系室(2)と露光室(3)はシリコン窒化(Si₃N₄)膜(4)によって分離されている。

【0008】Si₃N₄膜の厚さは $1\text{ }\mu\text{m}$ 、分離窓の大きさは直径 20 mm の円である。光学系室(2)の内部は 1×10^{-4} Torr以下の真空である。露光室には円錐状の差動排気(5)が取り付けられ、差動排気部先端とウェーハの間隙を 1 mm とした。これにより、軟X線ビーム照射部は $1\times 10^{-3}\sim 1\times 10^{-2}$ Torr、中間部は $1\times 10^{-2}\sim 1\times 10^{-1}$ Torrの真空度、また差動排気部の周囲は大気圧のHe雰囲気中に保たれている。本実施例によれば、分離窓のSi₃N₄膜(4)にかかる2つの室の圧力の差を1気圧より著しく小さくできるので、当該Si₃N₄膜の厚さが $1\text{ }\mu\text{m}$ でも、十分耐えることができる。これにより波長 13.5 nm のX線の当該Si₃N₄膜の透過率は20%が得られる。

【0009】

【発明の効果】本発明によれば、縮小投影型X線リソグラフィ装置の光学系室と露光室を異なる雰囲気および圧力状態に分離することが可能となる。この結果、以下の効果を有する。

【0010】(1)露光中にレジストが分解して発生する気体などによる光学ミラーおよびX線マスク表面の汚染が防止できる。

【0011】(2)露光室が大気圧雰囲気となるので、ウェーハの交換時間が従来の $1/10$ に短縮され、露光生産性が約5倍向上する。さらに、大気圧下では、ウェーハのステージ上での保持に真空チャック方式が使用できるので、従来の機械的保持の場合に比べて、露光精度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1に記載したX線リソグラフィ装置の断面図。

【図2】実施例2に記載したウェーハ露光室の断面図。

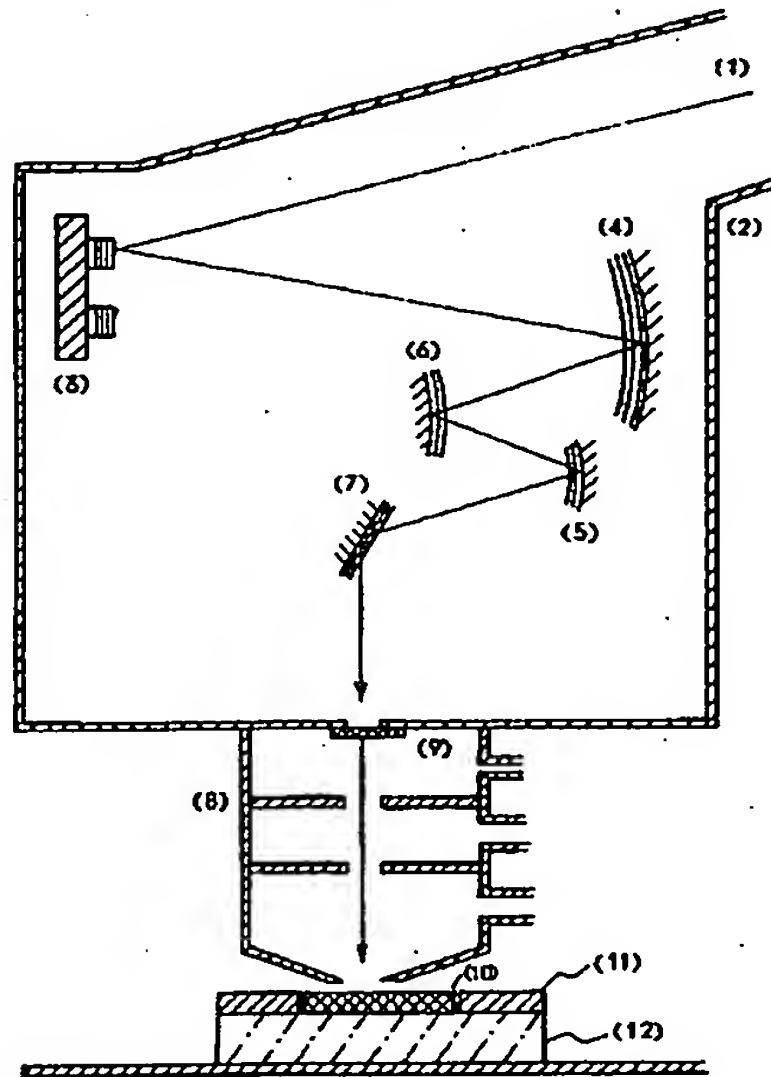
【符号の説明】

図1 (1) …軟X線、(2) …光学系室、(3) …X線マスク、(4) …凹面鏡、(5) …凹面鏡、(6) …凸面鏡、(7) …平面鏡、(8) …差動排気部、(9) …分離窓(ダイヤモンド膜)、(10) …ウェーハ、(11) …退避域、(12) …ステージ。図2 (1) …軟X線、(2) …光学系室、(3) …露

光室、(4) …分離窓(Si_3N_4 膜)、(5) …差動排気部、* * (6) …ウェーハ、(7) …ウェーハステージ。

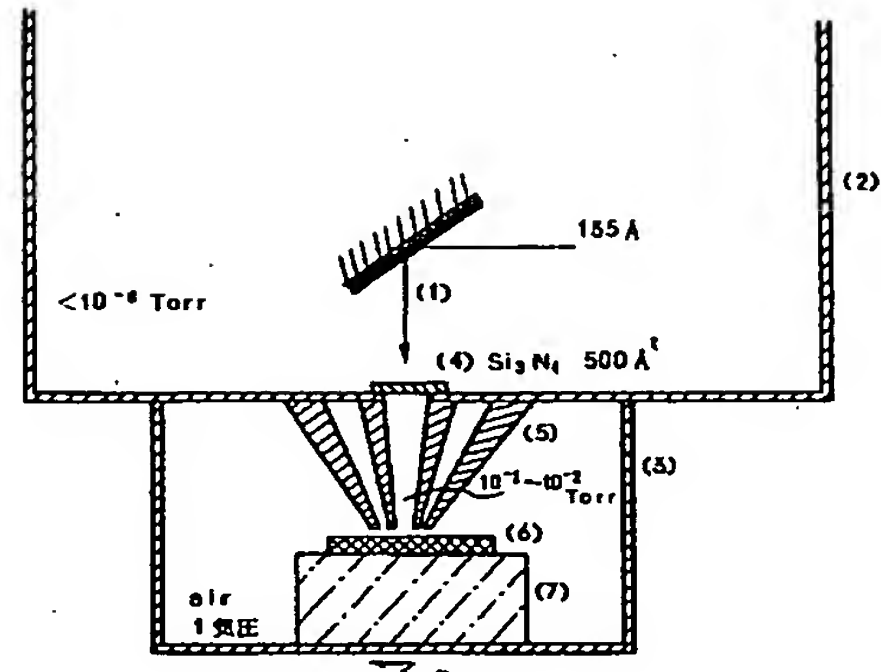
【図1】

図 1



【図2】

図 2



フロントページの続き

(72)発明者 岡崎 信次
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 寺澤 恒男
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 伊東 昌昭
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内